

## 芋焼酎の香りに及ぼすサツマイモ品種の影響

神渡 巧\*・瀬戸口智子

芋焼酎の原料であるサツマイモはおもにコガネセンガンが使用されているが、最近では品質の多様化を目指してコガネセンガン以外のサツマイモを原料とした製品が開発されている。熊本国税局および酒類総合研究所では、2008年の本格焼酎鑑評会より多様化された芋焼酎の製造技術を正確に評価するために、サツマイモを色別にグループ分けした品質評価が行われるようになった。芋焼酎は蒸留酒であり、一般的な製品は木製容器による貯蔵は行われないことからエキス分はほとんど存在せず、その風味は非常に多彩な揮発成分のみで構成されており、近年の分析化学技術の発展と共に、一部ではあるが風味に直接関与する香気成分が同定され、その生成メカニズムの一端が解明されるなど、芋焼酎の酒質向上の研究は着実に進歩を遂げている。本稿では、筆者の研究を基に原料サツマイモの視点から芋焼酎の香気を解説したい。

## モノテルペンアルコールの香気作用

芋焼酎の特徴香に原料サツマイモを起源とするネロール、ゲラニオール、リナロール、シトロネロール、 $\alpha$ -テルピネオールなどのモノテルペンアルコールが関与することを示し、その生成メカニズムを明らかにしたのは、醸造試験場の太田らであり1990年のことであった<sup>1)</sup>。

これらモノテルペンアルコールを特徴香とするアルコール飲料に芋焼酎以外ではマスカットワインが知られており、好ましい香りとして評価されている。しかし、芋焼酎については特徴香に関与していること以外は不明なため、その香気特性を解明した<sup>2)</sup>。

表1に、25%エタノール溶液中のモノテルペンアルコールの閾値および香りに対するコメントならびに、芋

焼酎とマスカットワインの濃度を示す。なお芋焼酎は市販酒5種の平均値を表し、マスカットワインについては、矢内らの特許広報から引用した<sup>3)</sup>。

リナロールは閾値が40 ppbと最も低く、また香りの評価についても「花様」「柑橘的」「果実香」「さわやか」など上品でさわやかな表現が見られ最も好意的である。

マスカットワインにおいては、リナロールが486 ppbともっとも高く、全体の約半分を占めており、さらに閾値と濃度を比べた閾値比では、リナロールが12倍を示している。このことから、マスカットワインのさわやかなマスカット香はリナロールを基調としたものであることがわかる。

芋焼酎ではリナロールだけが閾値を越えており、それぞれの閾値や香りの特性、製品の濃度などを加味して判断した場合、モノテルペンアルコールの中ではリナロールが最も重要な成分であるといえる。ただし、サツマイモが病害虫によるストレスを受けた場合にはリナロール以外のモノテルペンアルコールが多量に生成され香りも大きく影響を受けることを明らかにしているが、ここでは触れないでおく。

## サツマイモの特性と芋焼酎の特徴

**サツマイモの果肉色と芋焼酎の酒質** 芋焼酎の原料であるサツマイモはおもに果肉色が黄白色をしたコガネセンガンが使用されているが、その他にも、果肉色が白いものや、アントシアニンを含み紫色をしたもの(紫系サツマイモ)、 $\beta$ -カロテン含量が高く橙色のもの(橙系サツマイモ)、 $\beta$ -アミラーゼ酵素を欠損し加熱した場合でもマルトースを生成しないものなど、異なる特徴を持つさまざまなタイプが存在する。表2に、このようなサツマイモを用いて芋焼酎を製造したときの、製品の香気特性と特徴香成分の濃度を示す<sup>4)</sup>。なお、紫系サツマイモと橙系サツマイモは共に異なる3品種を使用した。コガネセンガン製品は、一般的な芋焼酎の風味を持っている。紫系サツマイモ焼酎は嗜好の分かれる酒質である。好意的な評価として「ヨーグルトの香り」「赤ワインの香り」などが、好ましくない評価として「つわり香」「甘酸っぱい」「重い」などのコメントがみられる。橙系サツマイモ焼酎の香りは「蒸しカボチャ」や「にんじんジュース」などの共通するコメントが見られ個性的な酒質である。

ジョイホワイト製品は、さわやかな柑橘的果実香を持

表1. モノテルペンアルコールの閾値と芋焼酎の濃度 (ppb)

成分	閾値	香りの評価	芋焼酎 n=5	マスカットワイン (矢内ら)
リナロール	40	花様, 柑橘香, 果実香, さわやか	84	486
ゲラニオール	80	柑橘香, 青葉臭, 草臭	45	112
シトロネロール	150	柑橘香, 果実香, 刺激, 芋イタミ	40	44
ネロール	800	花様, 果実香, 柑橘香, 芋イタミ	26	151
$\alpha$ -テルピネオール	1000	線香臭, 墨臭, 土臭い, 重い	80	162

\*筆者紹介 大口酒造株式会社研究室(室長) E-mail: kamiwatari@isanishiki.com

表2. サツマイモの果肉色と製品の特徴および特徴香成分(ppb)

果肉色 グループ	製品の香り	ジアセチル	リナロール	β-イオノン	β-ダマセノン
		閾値 700	40	1	5
黄白色系 コガネセンガン	一般的な 芋焼酎	—	61	—	9
紫系 3品種	ヨーグルト的・ 赤ワイン風 つわり香 (ジアセチル的) 甘酸っぱい・重い	1000	89	—	13
		2000	339	—	45
橙系 3品種	蒸しカボチャ ニンジンジュース	—	19	6	21
		—	274	11	44
白色系 ジョイホワイト	柑橘的・果実香 さわやか	—	332	—	11

つ軽快な酒質である。

**紫系サツマイモを原料とした製品の特徴香成分** 表2に示した製品の特徴香成分を比較すると、ジアセチルは紫系サツマイモ製品にのみ存在しており、その濃度は1000～2000 ppbと、ジアセチルの閾値700 ppbを超える濃度で含まれている。またジアセチルの香りは「つわり香」や「ヨーグルト的香り」として知られている。これらのことは、紫系サツマイモを原料とした芋焼酎の特徴香成分は、ジアセチルであることを示している。

**橙系サツマイモを原料とした製品の特徴香成分** β-イオノンは橙系サツマイモ製品にのみ存在しており、その濃度は、6～11 ppbと、β-イオノンの閾値1 ppbを大きく超える濃度で含まれている。β-イオノンはスマイレの花のような芳香を持ち、香料として広く用いられている。このβ-イオノンを、コガネセンガン製品に20 ppbとなるように添加して香りの評価を行ったところ、橙系サツマイモ焼酎の特徴的香りと極めて類似している。このことから、橙系サツマイモ焼酎の特徴香成分は、β-イオノンであることがわかる。

**ジョイホワイト製品の特徴香成分** ジョイホワイト製品のリナロール濃度はコガネセンガン製品より5倍以上高く、またリナロールの閾値より8倍ほど高い閾値比を有している。リナロールは、前述したようにモノテルペンアルコールの一種であり、香気は「花様」「柑橘的」「果実香」などと表され、ジョイホワイト製品の官能評価と類似する特徴を有している。このことから、ジョイホワイト製品の特徴香成分はリナロールであることが推察されるが、紫系サツマイモ焼酎や橙系サツマイモ焼酎の中にはリナロールがそれぞれの特徴香成分と共に閾値を大きく超える濃度で存在するものがある。

そこで、それぞれの香気成分の相互作用を調べるために、コガネセンガン製品をベースに香気成分の添加試験を行った。コガネセンガン製品に、リナロールが400 ppbとなるように添加するとジョイホワイト製品と

類似した香りとなる。リナロール400 ppb、β-イオノン20 ppbとなるように添加した製品は、リナロールのさわやかな香気より、β-イオノンの特徴的な香気を感じる。リナロール400 ppb、ジアセチル1000 ppbとなるように添加したものは、ジアセチルの特徴的な香りを強く有する。これらのことは、リナロールがβ-イオノンまたはジアセチルと共存した場合、リナロールの香気よりβ-イオノンやジアセチルの香りを優先的に感じることを示している。一方、ジョイホワイト製品にはジアセチルおよびβ-イオノンが存在しないために、リナロールの持つさわやかな果実的香りが認められる。以上のことから、ジョイホワイト製品の特徴香成分はリナロールであると判断した。

**芋焼酎の香気に及ぼすβ-ダマセノンの影響** β-ダマセノンは、市販の米焼酎、麦焼酎からは検出されないが、ここで示したすべての芋焼酎に含まれていることから、原料であるサツマイモに由来するものと考えられる。またβ-ダマセノンの25%エタノール溶液での閾値は5 ppb、香りの特徴は「甘い」「桃様」「あたたかい」「芳香剤」などのコメントがあり、温かみのある甘い香りを有し良好な評価である。各製品のβ-ダマセノン濃度は9～45 ppbでありすべての製品で閾値を越えて存在している。そこで、β-ダマセノンの濃度が50 ppbとなるようにコガネセンガン製品に添加して香りの評価を行うと、添加前の製品と比べて芋焼酎独特の甘い香りを強く感じる製品へと変化する。すなわち、β-ダマセノンは芋焼酎の甘い香りに関与する重要な特徴香成分である。

#### 芋焼酎の香りに及ぼすサツマイモ品種の影響

芋焼酎の酒質を原料となるサツマイモの成分から捉える方法の一端として、サツマイモの持つ色素であるアントシアニンおよびβ-カロテンに注目して25品種のサツマイモを用いた小仕込み試験を行い、製品の特徴香成分との関連性を検討すると共に、魅力的な風味を醸し出すサツマイモ品種の選定を行った<sup>5)</sup>。

**原料サツマイモのデンブ価** 使用したサツマイモのデンブ価を表3に示した。今回使用したサツマイモは、すべて同じ圃場において同様の条件で栽培されており、ここで示す結果は、品種固有の性質と考えて良い。

このなかでデンブ価が30を越える高デンブのサツマイモは、黄白色系のダイチノユメ(33.6)とジョイホワイト(33.0)、紫系のアケムラサキ(30.1)の3品種であり、橙系には高デンブのものはない。デンブ価が最も低いものは、橙系のジェイレッド(14.2)、ベニハヤト(17.7)であり、最も高いダイチノユメの4割程度しかなく、橙系のデンブ価は総じて低い。

**原料サツマイモのβ-カロテンおよびアントシアニン含**

量 芋焼酎の仕込みに用いるサツマイモは皮を剥かない状態で使用するが、ここではサツマイモの果肉色に注目したことから、色素の定量にはサツマイモの表層部分を取り除いた果肉部分を測定の対象とした。表3にサツマイモ品種ごとのβ-カロテンとアントシアニン含量を示した。β-カロテンは、橙系において18.9~45.1 mg/100g含まれているが、橙系以外ではほとんど検出されない。

紫系サツマイモのアントシアニン含量はすべて50 mg/100gを上回っており、また果肉色が濃い紫色を呈するアケムラサキ、ムラサキマサリ、アヤマラサキでは300 mg/100gを越える値である。また、アントシアニン含量の最も高いものはアケムラサキの776 mg/100gであり、紫系で50 mg/100gと最低値を示した九州151号の約15倍ものアントシアニンを含み、紫系の中でもアントシアニン含量には大きな差がみられる。一方、紫系以外のものは総じて低く10 mg/100gを上回るものはない。

**サツマイモのβ-カロテン含量と製品のβ-イオノン濃度**  
β-イオノンは橙系サツマイモ焼酎の特徴香成分である。表4にサツマイモ品種ごとの製品のβ-イオノン濃度を示す。製品のβ-イオノン濃度と、サツマイモのβ-カロテン

表3. サツマイモ成分の分析値

果肉色	品種	デンプン価	アントシアニン	β-カロテン
白または黄白色系				
			mg/100g (乾物)	
	コガネセンガン	27.9	1	0.001
	ダイチノユメ	33.6	1	0.007
	ベニマサリ	29.4	1	0.102
	九州125号	27.8	1	—
	九州136号	28.1	2	0.057
	タマオトメ	28.0	1	0.175
	九州150号	28.9	2	0.271
	ジョイホワイト	33.0	1	—
	サツマヒカリ	28.5	2	0.045
	オキコガネ	24.8	1	0.016
紫系				
	アケムラサキ	30.1	776	0.050
	ムラサキマサリ	26.1	505	—
	アヤマラサキ	25.5	337	—
	九系259	27.3	239	—
	パープルスウートロード	26.6	126	—
	タネガシマムラサキ	26.6	127	—
	九州137号	20.6	98	—
	九州139号	22.5	95	—
	九州151号	28.2	54	—
橙系				
	九系243	20.7	3	45.1
	ハマコマチ	22.4	6	41.0
	ジェイレッド	14.2	4	30.9
	サニーレット	26.0	3	29.0
	ベニハヤト	17.7	4	28.2
	アヤコマチ	22.4	3	18.9

含量の相関係数 (r) および最小自乗法により導いた直線の決定係数 (r<sup>2</sup>) を求めた。ただし、未検出の項目については以後の計算とも、濃度を0として処理を行った。

サツマイモのβ-カロテン含量と製品のβ-イオノン濃度の相関係数 (r) は0.938, 決定係数 (r<sup>2</sup>) は0.880と両係数ともに高い値である。このことは、製品のβ-イオノン濃度を高めるためには、β-カロテン含量の高いサツマイモを使用すればよいことを示している。

**サツマイモのアントシアニン含量と製品のジアセチル濃度**  
ムラサキ系サツマイモ焼酎の特徴香成分はジアセチルであることは先に示した。図1に、サツマイモのアントシアニン含量と製品のジアセチル濃度を示す。製品のジアセチル濃度は、サツマイモのアントシアニン含量が増加するほど高い値となる。しかし、近似式をみると二次曲線を描いておりアントシアニンが約500 mg以上ではジアセチルの増加量が急激に伸び悩んでくる。実際、アントシアニンはムラサキマサリで505 mg, アケムラサキで776 mgと大きな差が見られるがジアセチルは2200, 2300 ppbとほぼ同じ濃度である。

このことからわかるようにサツマイモのアントシアニンが500 mg付近までは製品のジアセチル濃度が直線的に増加するが、それ以上アントシアニン含量が増えても特徴香成分であるジアセチルの効果的な増加は見込めない。

**リナロールを特徴香成分とする製品の検索**  
先にリナロールと、閾値を大きく上回るジアセチルやβ-イオノンが共存した場合、リナロールの持つさわやかな柑橘香を感じ難いことを述べた。そこで、リナロールを特徴香成分とする製品を検索するために、リナロール濃度が300 μg/l以上で、かつジアセチルやβ-イオノンを含まない製品をリストアップしたところ、ジョイホワイト製品とダイチノユメ製品が該当した。そこで、このジョイ

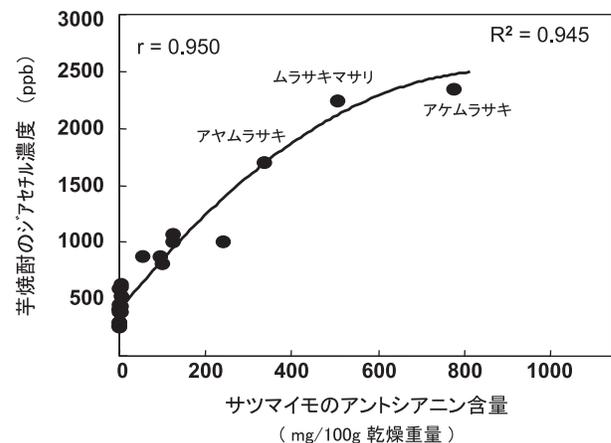


図1. サツマイモのアントシアニン含量と芋焼酎のジアセチル濃度

ホワイト製品とダイチノユメ製品を用いて官能評価をおこなった結果、両製品共に、さわやかな柑橘香が認められた。このことから、リナロールを特徴香成分とし、さわやかな柑橘香を有する製品が得られる焼酎原料サツマイモとして、ジョイホワイト以外にダイチノユメを見いだした。このダイチノユメは、2003年度に登録された品種であり、焼酎原料として育種されたジョイホワイトや焼酎用として最も多く使用されているコガネセンガンよりも、デンプン価や収量が高く、さらに貯蔵性も優れている。このようにダイチノユメは焼酎原料として優れた栽培適性を持つと共に、その酒質も魅力的である。

**特徴香成分の比較による有望品種の検索** 表4に示した特徴香成分の濃度を製品ごとに比較した結果、ハマコマチ製品はジアセチルにおいて閾値を下回ったものの、 $\beta$ -イオノンで9 ppb、 $\beta$ -ダマセノンで115 ppb、リナロールで707 ppbと、それぞれの最大濃度を示した。ハマコマチ製品は、一般的な橙系製品の「ニンジンジュース的な香り」とは異なり、トロピカルフルーツの香りを感じる。官能評価時のコメントでは「熱帯果実様の香り」「甘い香り」「甘い花の匂い」「甘い果実香」「紅茶様の匂い」などと指摘され、甘い香りを基調としながら柑橘香

や花の匂い、果実香などを併せ持ち、さらに、この製品の香りは経時的に、また香りを嗅ぐごとに多彩に変化する。このようにハマコマチ製品は、従来の芋焼酎にない魅力的な香気を持つ製品である。このハマコマチ製品の特徴香成分を閾値と比較したところ閾値比は、 $\beta$ -イオノンで9倍、 $\beta$ -ダマセノンが23倍、リナロールで18倍を示した。

閾値比が最も高い $\beta$ -ダマセノンは甘い香りを有しており、リナロールはさわやかな柑橘的な香りを特徴とし、 $\beta$ -イオノンは花様の香りが認められる。このようなことから、ハマコマチ製品特有の香りは、 $\beta$ -ダマセノンが主体となり、リナロールや $\beta$ -イオノンが副次的かつ複雑に作用することで、形成されているものと考えられる。

以上のことから、魅力的な製品が得られる焼酎原料サツマイモとして、ハマコマチは有望な品種の1つである。

まとめ

従来、芋焼酎の香りは「芋くさい」の一言で片付けられてきた。「芋くさい」とは、サツマイモを原料とすることから嗜好品として最も重要な高い原料特性を表現しているが、芋焼酎になじみのない人に対しては高いハードルとなっている。しかしこの「芋くさい」を詳細に検討してみると、サツマイモに由来する芳香性豊かな成分より構成されていることが分かった。さらに、サツマイモの品種ごとに芋焼酎の香りのタイプも異なり、製品の香りからサツマイモの品種を特定することができる。「品種香」といえるものが芋焼酎には存在した。現時点での本格焼酎鑑評会では、サツマイモを色別にグループ分けした評価が行われているが、さらに踏み込んで品種ごとにピンポイントで品質評価が行われるようになれば酒質はさらに多様化し、芋焼酎をたしなむ楽しみが増えるであろう。

これまで芋焼酎は、個性がありすぎたために鹿児島県を中心とした南九州以外の社会からは敬遠されてきた経緯があるが、ここで示したことを考慮すると日本の伝統的な酒類として、世界の人々から親しまれるスペックを有していると見ることができる。これからの芋焼酎は、国際化へ向けての技術開発が必要である。

文 献

- 1) Ohta, T. *et al.*: *Agric. Biol. Chem.*, **54**, 1353 (1990).
- 2) 神渡 巧ら：醸協, **100**, 520 (2005).
- 3) 矢内隆章ら：特許公開平9-252772 (1997).
- 4) 神渡 巧ら：醸協, **101**, 434 (2006).
- 5) 神渡 巧ら：醸協, **104**, 729 (2009).

表4. サツマイモの品種と芋焼酎の特徴香成分 (ppb)

果肉色 品種	ジアセチル	$\beta$ -イオノン	$\beta$ -ダマセノン	リナロール
白または黄白色系				
コガネセンガン	60	—	25	54
ダイチノユメ	30	—	65	654
ベニマサリ	30	—	37	78
九州125号	40	—	45	161
九州136号	50	2	25	386
タマオトメ	30	2	60	51
九州150号	40	2	43	185
ジョイホワイト	30	—	43	551
サツマヒカリ	30	—	54	139
オキコガネ	40	—	39	67
紫系				
アケムラサキ	2300	—	31	149
ムラサキマサリ	2200	—	40	189
アヤムラサキ	1700	—	52	282
九系259	1000	—	66	191
パープルスイートロード	1100	—	71	63
タネガシマムラサキ	1000	—	56	143
九州137号	800	—	31	282
九州139号	800	—	39	281
九州151号	900	—	10	47
橙系				
九系243	50	9	31	36
ハマコマチ	50	9	115	707
ジェイレッド	40	3	91	287
サニーレッド	40	5	66	44
ベニハヤト	60	4	102	36
アヤコマチ	60	4	82	37